

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-196637

(43)Date of publication of application : 06.08.1996

(51)Int.Cl.

A61M 21/00
B60R 27/00
G10K 15/00
G10K 15/04
G11B 20/12

(21)Application number : 07-027233

(71)Applicant : AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL

(22)Date of filing : 24.01.1995

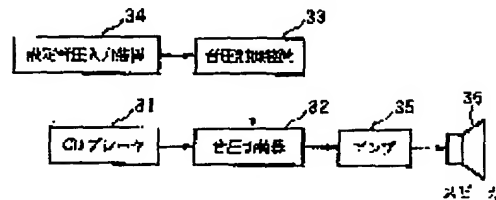
(72)Inventor : ISHIDA KENJI

(54) AWAKENING HOLDING DEVICE AND RECORD MEDIUM FOR HOLDING AWAKENING

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an awakening holding device for preventing dozing by arranging a comfortable working environment without any incongruity sense.

CONSTITUTION: An awakening holding device is provided with sound sources 31, 35, 36 for generating sound for stimulating senses of a person and a control device 33 which continuously generates sound and controls a sound source so as to change sound characteristics at a fixed or a random interval less than a half cycle of an awakening rhythm of a person.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.01.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2636197

[Date of registration] 25.04.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-196637

(43) 公開日 平成8年(1996)8月6日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 6 1 M 21/00

B 6 0 R 27/00

G 1 0 K 15/00

A 6 1 M 21/ 00

3 3 0 B

G 1 0 K 15/ 00

M

審査請求 有 請求項の数12 F D (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平7-27233

(22) 出願日

平成7年(1995)1月24日

(71) 出願人 000001144

工業技術院長

東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

(72) 発明者 石田 健二

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ

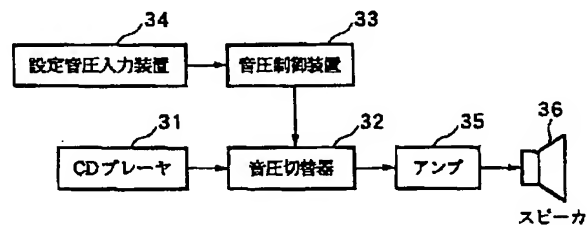
株式会社内

(54) 【発明の名称】 覚醒維持装置及び覚醒維持用記録媒体

(57) 【要約】

【目的】 違和感の無い快適な作業環境を整えることにより、居眠りを防止することができる覚醒維持装置を提供する。

【構成】 人間の感覚を刺激するための音を発生する音源31、35、36と、音を連続的に発生させつつ、且つ人間の覚醒リズムの半周期以下の一定間隔あるいはランダム間隔で音の特性を変化させるように音源を制御する制御装置33とを具備する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 人間の感覚を刺激するための音を発生する音源と、

前記音を連続的に発生させつつ、且つ人間の覚醒リズムの半周期以下の一定間隔あるいはランダム間隔で前記音の特性を変化させるように前記音源を制御する覚醒維持手段とを具備することを特徴とする覚醒維持装置。

【請求項2】 前記音の特性として音圧を変化させることを特徴とする請求項1に記載の覚醒維持装置。

【請求項3】 前記音の特性として音質を変化させることを特徴とする請求項1に記載の覚醒維持装置。

【請求項4】 前記音の特性として音場を変化させることを特徴とする請求項1に記載の覚醒維持装置。

【請求項5】 前記音の特性として音像を変化させることを特徴とする請求項1に記載の覚醒維持装置。

【請求項6】 さらに、前記覚醒リズムの周期を計測する計測手段と、前記覚醒リズムの周期の振幅に基づいて人間の覚醒段階を検出する検出手段とを備え、前記覚醒段階が所定の覚醒低下段階に入ったタイミングで、前記覚醒維持手段による覚醒維持を開始することを特徴とする請求項1に記載の覚醒維持装置。

【請求項7】 さらに、前記覚醒リズムの周期を計測する計測手段と、前記覚醒リズムの周期の振幅に基づいて人間の疲労の度合いを検知する検知手段とを備え、前記疲労の度合いが所定値になったタイミングで、所定の警告を出すことを特徴とする請求項1に記載の覚醒維持装置。

【請求項8】 前記覚醒リズムの周期及び前記覚醒リズムの周期の振幅を、脳波をもとに計測することを特徴とする請求項6または7に記載の覚醒維持装置。

【請求項9】 前記覚醒リズムの周期を1分とすることを特徴とする請求項1に記載の覚醒維持装置。

【請求項10】 前記半周期以下の一定間隔あるいはランダム間隔とは、5秒乃至5.5分であることを特徴とする請求項1に記載の覚醒維持装置。

【請求項11】 覚醒リズムの半周期以下の一定間隔あるいはランダム間隔で断続的に音楽が提示されるように記録された記録媒体であって、1つの提示区間で音楽が完結するように作曲、編曲及び記録がなされていることを特徴とする覚醒維持用記録媒体。

【請求項12】 前記半周期以下の一定間隔あるいはランダム間隔とは、5秒乃至5.5分であることを特徴とする請求項11に記載の覚醒維持用記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、プラント、ビル、原子力発電所等の監視作業や自動車の長距離運転など、長時間の単調作業における作業環境の単調さが原因で生じる覚醒低下を軽減するための覚醒維持装置及び覚醒維持用記録媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、長時間の単調作業において、作業者が居眠りをしてしまうことを防止する方法が種々研究されている。従来考えられている「居眠り防止装置」は、居眠り状態が生じたとき、これを何らかのセンサーで検知して警報を提示するものがほとんどである。しかし、このような手法では居眠りを防ぐことはできても、眠くなる原因そのものを排除するには至らない。すなわち、長時間単調作業を行うのにふさわしい環境を整えることはできず、快適に作業を継続することはできないといえる。

【0003】これを解決するため、作業環境そのものに着目し、単調でない作業環境を実現する考え方を採用した従来技術として、例えば特開昭58-69576号に開示されているようにランダムな時間にランダムな音を発する方法や、特願平6-37492号に開示されているように音などの物理刺激を断続的に提示する方法などが知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来技術における手法は、音源を一定間隔あるいはランダム間隔で断続的に提示することを特徴としている。具体的には、例えば音源として音楽を用い、覚醒低下軽減に効果的な間隔（数分）で断続的に提示するのであるが、この場合、音が途切れ途切れになり、音楽を聴きながら作業したい場合にはブツ切れ感や、もっと聞きたい等の違和感があり、快適な作業環境にならないという問題点がある。

【0005】したがって、本発明は上述した課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、違和感の無い快適な作業環境を整えることにより、居眠りを防止することができる覚醒維持装置及び覚醒維持用記録媒体を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の覚醒維持装置は、人間の感覚を刺激するための音を発生する音源と、前記音を連続的に発生させつつ、且つ人間の覚醒リズムの半周期以下の一定間隔あるいはランダム間隔で前記音の特性を変化させるように前記音源を制御する覚醒維持手段とを具備することを特徴としている。

【0007】また、この発明に係わる覚醒維持装置において、前記音の特性として音圧を変化させることを特徴としている。

【0008】また、この発明に係わる覚醒維持装置において、前記音の特性として音質を変化させることを特徴としている。

【0009】また、この発明に係わる覚醒維持装置において、前記音の特性として音場を変化させることを特徴としている。

【0010】また、この発明に係わる覚醒維持装置にお

いて、前記音の特性として音像を変化させることを特徴としている。

【0011】また、この発明に係わる覚醒維持装置において、さらに、前記覚醒リズムの周期を計測する計測手段と、前記覚醒リズムの周期の振幅に基づいて人間の覚醒段階を検出する検出手段とを備え、前記覚醒段階が所定の覚醒低下段階に入ったタイミングで、前記覚醒維持手段による覚醒維持を開始することを特徴としている。

【0012】また、この発明に係わる覚醒維持装置において、さらに、前記覚醒リズムの周期を計測する計測手段と、前記覚醒リズムの周期の振幅に基づいて人間の疲労の度合いを検知する検知手段とを備え、前記疲労の度合いが所定値になったタイミングで、所定の警告を出すことを特徴としている。

【0013】また、この発明に係わる覚醒維持装置において、前記覚醒リズムの周期及び前記覚醒リズムの周期の振幅を、脳波をもとに計測することを特徴としている。

【0014】また、この発明に係わる覚醒維持装置において、前記覚醒リズムの周期を11分とすることを特徴としている。

【0015】また、この発明に係わる覚醒維持装置において、前記半周期以下の一定間隔あるいはランダム間隔とは、5秒乃至5.5分であることを特徴としている。

【0016】また、本発明の覚醒維持用記録媒体は、覚醒リズムの半周期以下の一定間隔あるいはランダム間隔で断続的に音楽が提示されるように記録された記録媒体であって、1つの提示区間で音楽が完結するように作曲、編曲及び記録がなされていることを特徴としている。

【0017】また、この発明に係わる覚醒維持用記録媒体において、前記半周期以下の一定間隔あるいはランダム間隔とは、5秒乃至5.5分であることを特徴としている。

【0018】

【作用】以上のようにこの発明は構成されているので、人間の感覚を刺激するための音を連続的に発生しつつ、且つ人間の覚醒リズムの半周期以下の間隔で音の特性を変化させることにより、作業者にブツ切れ感等の違和感を与えることなく、覚醒状態を維持させることができる。

【0019】また、作業者の覚醒段階を検出する検出手段を備え、この検出手段により作業者が覚醒を促す必要がある段階にあると判断された場合に、自動的に覚醒維持手段を動作させることにより、作業者が自発的に覚醒維持装置を動作させなくとも、自動的に作業環境を適切に整えることができる。

【0020】また、作業者の疲労の度合いを検知する検知手段を備え、この検知手段により作業者が疲労していると判断された場合に警告を発することにより、作業者が

疲労したままで作業を続けることが防止され、事故等を未然に防ぐことができる。

【0021】また、覚醒状態を維持させるために音楽を断続的に提示する場合でも、その1つの提示区間で音楽が完結するように、作曲、編曲及び記録媒体への記録をしておくことにより、作業者に音楽のブツ切れ感等の違和感を与えることなく覚醒状態を維持させることができる。

【0022】

10 【実施例】以下、本発明の好適な実施例について添付図面を参照して、詳細に説明する。

【0023】＜覚醒リズムの発生メカニズム＞人間の生体特性の1つである覚醒リズムについて、その発生メカニズムを、大脳生理学の視点から説明する。

【0024】大脳の覚醒状態は、図1に示すように、感覚神経あるいは視床下部（自律神経系）から脳幹網様体を賦活し、大脳皮質の覚醒度を高くするアクセル系と、縫線核の働きにより覚醒度を低くするブレーキ系により制御されている。本実施例では、覚醒リズムが、視床下部から脳幹網様体を賦活するアクセル系と、縫線核によるブレーキ系の働きのバランスに起因すると仮定して説明を進める。

【0025】覚醒リズムという現象は、上記の系のバランスが崩れ始める覚醒低下状態において生じ、例えば、単調な刺激が続くと脳幹網様体の賦活作用が低下する。そこで、覚醒メカニズムの観点から、覚醒維持のためには、上記の平衡状態をアクセル系が優位になる状態に変え、覚醒リズム現象を抑制することが望ましいと考えられる。

30 【0026】すなわち、感覚神経に入力される刺激の質・量の制御、意味性の強い音楽等の刺激による大脳皮質の直接的な刺激により、脳幹網様体を間接的に刺激することで、大脳の覚醒状態のバランスを復帰させることができる。

【0027】このように、覚醒リズムは、その存在が実験的にも示され、また、大脳生理学の点からも説明できるので、万人固有の生理現象と考えることができる。

【0028】＜覚醒リズムの計測方法＞図2は、覚醒リズム周期を検出するための覚醒リズム周期計測装置の構成を示すブロック図である。具体的には、被験者に、図3に示すような選択反応作業を行なわせて選択反応時間を計測し、その反応時間から覚醒リズムを検出する。

【0029】図2に示すCRT1からは、被験者（人）に対して刺激の提示が行なわれる。つまり、被験者には、図3に示すように、CRT1上に表示される色に応じて、画面に表示される3種類の円（これを反応円という）の色に合わせて、左右に分けて設けた2つのスイッチ5a、5b（図2の入力装置に相当）を押し分ける作業を行なわせる。

50 【0030】選択反応時間とは、反応円が表示されてか

ら被験者がスイッチを押下するまでの時間であり、ここでは、それを最大2秒まで計測する。そして、この反応時間内に反応がない場合には、被験者の見逃しとする。反応円は、青、黄、赤の3種類の何れかで、5~20秒毎のタイミングでランダムに画面中央に2秒間、表示される。被験者へは、表示される反応円の色に合わせて、「青なら左のスイッチを押す」、「赤なら右のスイッチを押す」、また、「黄なら両方のスイッチを押す」という動作を正確に、かつ、できるだけ速く押すように教示する。

【0031】入力装置3にて得られた反応時間のデータは、コンピュータ2に入力され、そこで、図4に示す特性を有するバンドパスフィルタを介して、 f_1 (Hz) ~ f_2 (Hz) の周波数帯域に対してフィルタリングを行なう。ここで、 $f_1 = 7.1 \times 10^{-4}$ (Hz)、 $f_2 = 2.4 \times 10^{-3}$ (Hz) であり、扱う信号の特性上、フィルタの減衰特性は、12~24 dB/oct でなければならない。

【0032】コンピュータ2は、得られた時系列データに対して最大エントロピー法 (MEM) を適用し、図5に示すような急峻なスペクトルのピークを有する覚醒リズム周期を得る。すなわち、図5からも明らかなように、反応時間の時間的な変化に周期が存在し、反応時間は、覚醒低下が生じると遅れ、覚醒状態になると速くなることにより、反応時間は覚醒度に対応する。このことから、覚醒リズム周期計測装置にて検出された反応時間の周期は、被験者の覚醒周期、つまり、覚醒リズムであると言える。

【0033】ただし、図5に示す特性は、選択反応時間の移動平均から1次回帰直線を差し引いて、選択反応時間データ自体に含まれる単調増加傾向の覚醒低下成分 (これを、基線変動成分という) を除去したものにMEM解析を施して得られた特性である。

【0034】また、図6は、実際に多くの被験者 (ここでは、20名) について覚醒リズムを計測し、その周期の発生頻度をヒストグラムにて表わした図である。同図によれば、横軸である周期の10~15分に覚醒のピーク (図中の分布1) が存在し、これは、上述のように万人固有の覚醒リズムであることが分かる。

【0035】さらに、本実施例では、被験者に上記の選択反応作業を課しつつ、同時に、図7に示す構成を有する覚醒リズム周期計測装置にて被験者の脳波を計測する。つまり、図7に示す脳波センサ10にて被験者 (人間) の脳波を採取し、その結果をコンピュータ12に取り込むため、A/D変換器11にてA/D変換を施す。そして、コンピュータ12は、計測された脳波の時間データに対して α 帯域 (8~13 Hz) のバンドパスフィルタをかけ、その2乗値 (電力) の時系列データに対して、ノイズ除去のために移動平均を施した後、周波数分析 (MEM) を施す。

【0036】このような、一連の処理にて得られた脳波のスペクトルに現われるピークから、上記のような反応時間を用いた場合と同様に、覚醒リズムの周期を求める。

【0037】図8は、本実施例における覚醒リズム周期の計測手順を示すフローチャートである。同図のステップS1では、データ収集のための実験回数Nを設定し、ステップS2、S3で、それぞれ、上記の反応時間の計測、平滑化処理を実行する。ステップS4では等間隔化処理を実行し、続くステップS5ではトレンドの除去、つまり、バンドパスフィルタによる、反応時間データに対する低周波数部分による影響を除去する。この処理により、目的とする覚醒リズムよりもはるかに緩やかな変動を取り除くことができ、急峻で強度の大きいピークの検出が可能となる。

【0038】ステップS6では、上述のMEMによる周波数分析を行ない、ステップS7で、振幅強度に対するしきい値の設定、ステップS8で、このしきい値に基づくピーク周期の検出を行なう。そして、ステップS9では、ステップS1で設定した回数分のピーク周期データが収集できたか否かの判定を行ない、できていなければ、再度、ステップS2の処理に戻る。しかし、データ収集が完了していると判断されれば、ステップS10にて、後述するクラスター分析、すなわち、統計的に分布構造を明確にする手法により、平均リズム周期の計算を実行する。

【0039】ステップS11では、得られたピーク周期データをもとに、図6に示すようなヒストグラムを作成し、リズム周期の先鋭度とピークの大小関係を検討する。さらに、次のステップS12では、ステップS11で作成したヒストグラムとステップS10で計算したリズムの平均周期とを比較・検証し、最終的には、ステップS13で、固有リズム周期の抽出を行なう。

【0040】このような処理にて、ここでは、周波数解析の高精度化、及びデータ収集のための計測を複数回数実行することによるリズム周期データの信頼性の向上が可能となる。

【0041】図9は、上記の処理において用いたクラスター分析にて覚醒リズム周期を求めた結果を示す図である。このクラスター分析は、複数の人について検出して得られたピーク値を統計的に処理し、固有の周期を見出すための多変量解析の1つであり、図9に示されるように、リズム周期には、11分 (分布1) と31分 (分布2) の2群が存在する。

【0042】また、図6に示すヒストグラムでは、10分 (分布1) と30分 (分布2) にピークが存在するが、10分のピークの方が30分のピークよりも急峻であり、上記のクラスター分析にて得られた結果と、このヒストグラムの併用により、固有性の強いリズムは11分であると統計的に有意に検出でき、これを覚醒リズム

に活用できる。

【0043】＜覚醒維持装置の説明＞従来、覚醒維持のための刺激として、覚醒リズムに同期させて、例えば、音刺激を提示する技術が知られているが、この場合却って覚醒低下が促進され、リズムの振幅が大きくなる場合があるという問題点がある。これは、脳の信号伝達系に遅れ要素や減衰要素等が存在するためであり、覚醒維持のためには、単純な刺激提示ではなく、適当な刺激提示周期を求める必要があることを意味するものである。

【0044】図10は、本実施例に係る覚醒維持装置全体の構成を示すブロック図である。同図に示す覚醒維持装置では、継続刺激制御装置22が、図2、図7にその構成を示す覚醒リズム周期計測装置21からの覚醒リズムを入力し、そのリズムに基づいて刺激発生装置23を駆動する。

【0045】そして、刺激発生装置23からの刺激は人間に与えられるが、覚醒度計測装置24は、後述する方法で人間の覚醒状態を判定し、その結果を覚醒リズム周期計測装置21へフィードバックする。

【0046】図11は、図10に示す、本実施例に係る覚醒維持装置における覚醒維持制御手順を示すフローチャートである。

【0047】図11のステップS21で、継続刺激制御装置22は、覚醒リズム周期計測装置21にて計測した覚醒リズムを入力し、ステップS22で、覚醒リズムの半周期を計算する。そして、ステップS23では、継続刺激制御装置22がステップS22にて算出した周期をもとに、刺激発生装置23が、人間に提示する刺激の時間間隔を算出する。その結果、刺激発生装置23は、ステップS24で、人間に対する刺激として、例えば、後述するCDプレーヤからの音または音楽を発生する。

【0048】ここで、刺激提示間隔について具体的に説明する。

【0049】覚醒維持のための有効な周期的刺激提示間隔Tについては、覚醒リズム周期計測装置21にて計測した覚醒リズム周期を T_r 、係数を a ($=0.1 \sim 1.0$) とすると、 $T = a \cdot T_r$ にて表現できる。また、刺激の提示時間長 T_s は、5秒～3分の範囲にあることが効果的である(図12参照)。

【0050】そして、上述のように、覚醒リズムについて固有性の強い値は11分であることが確認できたので、本実施例では、上記の係数 a を0.5とした場合、つまり、図12に示すように、覚醒リズム周期11分の半周期である5.5分以内を1周期とした間隔で覚醒刺激を提示する。その結果、図12において点線で示された無刺激時での覚醒リズムに比べて、刺激を覚醒リズム周期の半周期で提示した場合(図中の実線)の方が反応時間の短縮が顕著である、換言すれば、覚醒維持が図られたことが読み取れる。

【0051】なお、本実施例では、刺激としての音や音

楽は、断続的にではなく、連続的に提示した上で、覚醒周期の半周期以内で音の特性を変化させることにより、断続的に刺激を提示した場合と同様に覚醒効果を得ようとするものであるが、例えば、最初の刺激提示の後、覚醒周期の半周期内で断続的に刺激を提示して、覚醒低下を起こす前に覚醒低下抑止を行なった場合の例を図12に示す。また、図13は、刺激として音楽を断続的に提示した場合の効果を示す図であり、音楽を連続的に刺激として提示する(音の特性等は変化させない)よりも、断続的に提示する方が覚醒維持の効果が大きいことが分かる。

【0052】さらに、図14は、被験者に断続的に刺激を提示する場合、断続提示の間隔に最適な値が存在することを示す図である。同図からも明らかのように、刺激の断続提示間隔周期は、それが1分～5.5分の間にある場合の方が、連続的に刺激を提示する、あるいは無刺激の場合に比べて覚醒低下を防止する効果が大きく、特に刺激を1分提示して1分休止するパターンが最も覚醒維持効果が大きい。

【0053】＜覚醒度の計測方法＞次に、本実施例における、覚醒リズムを応用した覚醒度の計測方法について説明する。

【0054】覚醒リズムの出現現象については、図15の時系列データに示すように、以下の4段階の進展過程に分類できる。すなわち、段階1は、覚醒リズムが現われない覚醒状態の段階であり、覚醒度は、直線的に緩やか変動を示す。この段階では、人間(作業員)は、正常な覚醒状態を維持して作業に集中できている。

【0055】段階2は、作業への集中度が落ち、覚醒低下の傾向が現われ始める準覚醒低下状態である。このときに覚醒リズムが現われ、図15において緩やかで周期的な波で示されるように、覚醒度は周期的な変動をし始める。この段階では、人間はややボヤッとした感じを持つが、眠いという顕著な自覚症状は、まだ現われない。

【0056】段階3では覚醒低下が顕著となり、人間には、はっきりとした眠いという自覚症状が生じる。このとき、明らかな覚醒リズムが現われ、その振幅は、段階2における覚醒リズムよりも大きく、全体として基線は、低下方向の勾配を持って上昇していく。そして、段階4では睡眠の第1段階に至り、場合によっては、瞬間的に睡眠に陥る。ここでは、完全に居眠り状態が生じている。

【0057】図10に示す覚醒度計測装置24では、人間の脳波を用いて覚醒度を検出する。具体的には、脳波の α 波帯(8～13Hz)にバンドパスフィルタによるフィルタリングを行ない、得られた α 波帯の2乗(電力)を計算して、その時系列波形に移動平均を施すか、あるいは、ノイズ除去用のバンドパスフィルタを通す。

【0058】こうして得られた信号(α 波パワー)に高速フーリエ変換(FFT)あるいはMEMを施してリア

9

ルタイムの周波数分析を行ない、そのピークを得る。このピーク値が覚醒リズムの周波数（言うまでもなく、その逆数が周期）になる。

【0059】ここで使用するバンドパスフィルタは、覚醒リズムが現われる11分近辺の周波数に絞り込んだフィルタである。そして、覚醒リズムが発生すると覚醒度の振幅が大きくなり、周期的な変動が生じたことが分かるので、 α 波パワーに対しての時間平均あるいは平滑化処理を施して得られた値から、覚醒リズムの出現現象がどの程度進展したかを見ることができる。

【0060】また、本実施例に係る覚醒度計測装置24では、上記の α 波パワーに対して周波数解析を施して得られたスペクトルの変化から、覚醒がどの段階にあるのかを判定する。つまり、図16に示すように、覚醒低下が進む程、スペクトルのピークが高くなることを利用して、正常な覚醒状態のときのスペクトルのベース値と、覚醒低下が進展して、リズムが最も顕著に現われる状態でのスペクトル値とに基づいて覚醒低下判定境界値を設ける。そして、実際のスペクトル値と、この境界値との比較にて、覚醒段階を判定する。

【0061】なお、覚醒低下が進展して段階4に入ったときには、覚醒リズムはなくなって α 波パワーが増大するので、この α 波パワーが、ある値よりも大きくなったならば、覚醒段階が段階4に至ったとする。

【0062】一方、監視作業のようなストレスの多い状況下では、作業を継続するとホルモン分泌のバランスが崩れ、神経や臓器等の代謝悪化が進行する。つまり、視床下部からのストレス緩和のための代謝促進を目的とするホルモン分泌と、関連臓器の過度の活動を抑えるためのホルモン分泌量の抑制とのバランスが崩れ、代謝悪化による疲労状態が生じる。そして、人間には、この疲労からの生体保護を目的とした脳幹網様体の活動低下による覚醒低下が生じることになる。

【0063】そこで、覚醒度計測装置24は、上記の手法で推定された覚醒段階が、図15、図16に示す段階2あるいは段階3になったときを、作業者に疲労状態が生じたと判断して、それを覚醒リズム周期計測装置21に通知する。覚醒リズム周期計測装置21は、その結果を受けて、覚醒段階が段階2あるいは段階3になったときを、本実施例に係る覚醒維持装置の起動タイミングとして、作業者に対して所定の警報を発生する。これにより、作業者に注意を促す。

【0064】＜刺激発生装置についての説明＞次に、図10における刺激発生装置の具体的な構成について説明する。上記の説明では、覚醒周期の半周期内で断続的に刺激を与えることにより覚醒の低下を防止できることを示したが、既に述べたように、刺激としての音や音楽等を単に断続的に提示したのでは、人間は音楽のブツ切れ感等の違和感を感じるようになる。そこで、本実施例は、音や音楽を連続的に提示した上で、例えば音圧、音

10

質、音場、音像等の音の特性を覚醒周期の半周期内で変化させることにより、音や音楽を断続的に提示する場合と同じ様に覚醒状態の維持を図ろうとするものである。

【0065】特に、音の特性の内、音像を変化させる場合では、聴感上の音像位置（音像定位）が移動するように変化させることにより、人間が持つ周囲の状況の把握や物体の接近などに関する防衛本能を促すことができ、より高い覚醒維持効果を得ることができる。

【0066】このように、音源そのものは同じでも、その特性に変化を持たせることで覚醒低下を軽減できる例を図17に示す。これは、「波の音」をモノラルで再生した場合と、これに音特性の変化として音場あるいは音像の移動を伴うステレオで再生した場合の反応時間の差異を示している。ステレオ再生の方が反応時間が早く、音特性に変化をとまなうことで作業中の覚醒低下が軽減されていることがわかる。

【0067】以下、刺激発生装置の幾つかの実施例について説明する。

【0068】（第1の実施例）図18は、刺激発生装置の第1の実施例の構成を示す図である。刺激発生装置23は、この第1の実施例では、音楽を再生するためのCDプレーヤ31と、再生された音楽の音圧を切り替えるための音圧切替器32と、ある時間間隔で音圧切替器32の音圧設定値を変化させるための音圧制御装置33と、切り替える音圧の値を予め入力するための設定音圧入力装置34と、CDプレーヤ31からの再生音を増幅するためのアンプ35と、アンプ35の出力を再生するためのスピーカ36とから構成されている。

【0069】この刺激発生装置は、図19に示すように、ある一定時間Tの間隔で音の大きさを変化させ、提示する。そのため、あらかじめ設定音圧入力装置34により、音圧の設定値であるV1及びV2を音圧制御装置33に入力しておく。V1、V2は、0以上の任意の値に設定できる。ただし、0のときは無音になることを意味する。なお、上記の一定時間Tは、既に述べたように覚醒周期11分の半周期である5.5分以内、具体的には、5秒から5.5分程度の任意の値に設定される。

【0070】次に上記のように構成される刺激発生装置の動作について図20に示したフローチャートを参照して説明する。

【0071】まず、ステップS31では、既に述べたように、設定音圧入力装置34により、V1及びV2を音圧制御装置33に入力しておく。

【0072】次にCDプレーヤ31が再生されると（ステップS32 YES）、音圧制御装置33は、まず、音圧がV1になるように音圧切替器32に制御信号を出力する。音圧切替器32は、この制御信号を受けて、音圧がV1になるようにボリュームを設定する（ステップS33）。

【0073】次に、音圧制御装置33は、内部のタイマ

一のカウンタにより、時間Tが経過すると、音圧がV2になるように音圧切替器32に制御信号を出力する。音圧切替器32は、この制御信号を受け、音圧がV2になるようにボリュームを設定する(ステップS35)。

【0074】音圧制御装置33は、内部のタイマのカウンタにより、時間Tが経過すると(ステップS36YES)、CDプレーヤ31が停止していなければ(ステップS37NO)、音圧がV1に戻るよう音圧切替器32に制御信号を出力する。音圧切替器32は、この制御信号を受け、音圧がV1になるようにボリュームを設定する(ステップS33)。

【0075】音圧制御装置33は、この一連のV1、V2の音圧制御をCDプレーヤが演奏を中止する(ステップS37YES)まで継続する。CDプレーヤの演奏が中止されると、音圧制御装置33は、音圧を0に設定するように音圧切替器32に制御信号を送り、音圧切替器32は、この信号を受けて音圧が0になるようにボリュームを設定する(ステップS38)。以上で動作を終了する。

【0076】また、アンプ35は、このように設定される音圧の音声信号を増幅し、スピーカ36で再生する。

【0077】なお、上記の説明では、音圧の変化の時間間隔を一定値であるTに設定したが、これに限定されることなく、音圧の変化の時間間隔を覚醒周期の半周期を越えない範囲でランダムに設定するようにしてもよい。

【0078】(第2の実施例)図21は、刺激発生装置の第2の実施例の構成を示す図である。刺激発生装置23は、この第2の実施例では、音楽を再生するためのCDプレーヤ41と、再生された音楽の音質を切り替えるための音質切替器42と、ある時間間隔で音質切替器42の音質設定値を変化させるための音質制御装置43と、切り替える音質の値を予め入力するための設定音質入力装置44と、CDプレーヤ41からの再生音を増幅するためのアンプ45と、アンプ45の出力を再生するためのスピーカ46とから構成されている。

【0079】この刺激発生装置は、図22に示すように、ある一定時間Tの間隔で音質を変化させ、提示する。そのため、あらかじめ設定音質入力装置44により、音質1、音質2、音質3を設定する。音質1～3は任意の音質に設定できる。なお、上記の一定時間Tは、既に述べたように覚醒周期11分の半周期である5.5分以内、具体的には、5秒から5.5分程度の任意の値に設定される。

【0080】次に上記のように構成される刺激発生装置の動作について図23に示したフローチャートを参照して説明する。

【0081】まず、ステップS41では、既に述べたように、設定音質入力装置44により、音質1、音質2、音質3とこれらの切り替え順序を設定しておく。

【0082】次にCDプレーヤ41が再生されると(ス

テップS42YES)、音質制御装置43は、まず、設定された音質の中からランダムに最初の音質を選択する(ここでは、例として音質1が選択されたこととする)。そして、音質1になるように音質切替器42に制御信号を出力する。音質切替器42は、この制御信号を受けて音質1になるようにトーンコントロールする(ステップS43)。

【0083】次に、音質制御装置43は、内部のタイマのカウンタにより、時間Tが経過すると(ステップS44YES)、CDプレーヤ41が停止していなければ(ステップS45NO)、次に切り替える音質を従来の音質1以外の中からランダムに選択する(ここでは例として音質2を選択したこととする)。そして音質2になるように音質切替器42に制御信号を出力する。音質切替器42は、この制御信号を受けて、音質2になるようにトーンコントロールする。

【0084】音質制御装置43は、この一連の音質制御をCDプレーヤが演奏を中止する(ステップS45YES)まで継続する。

【0085】また、アンプ45は、このように設定される音質の音声信号を増幅し、スピーカ46で再生する。

【0086】なお、上記の説明では、音質の変化の時間間隔を一定値であるTに設定したが、これに限定されることなく、音質の変化の時間間隔を覚醒周期の半周期を越えない範囲でランダムに設定するようにしてもよい。

【0087】(第3の実施例)図24は、刺激発生装置の第3の実施例の構成を示す図である。刺激発生装置23は、この第3の実施例では、音楽を再生するためのCDプレーヤ51と、再生された音楽の音場を切り替えるためのDSP(デジタルシグナルプロセッサ)52と、ある時間間隔でDSP52の設定を変化させるための音場制御装置53と、切り替える音場を予め入力するための音場設定入力装置54と、CDプレーヤ51からの再生音を増幅するためのアンプ55と、アンプ55の出力を再生するためのスピーカ56とから構成されている。

【0088】この刺激発生装置は、図25に示すように、ある一定時間Tの間隔で音場を変化させ、提示する。そのため、あらかじめ音場設定入力装置54により、用いる音場特性を設定しておく。音場の種類は任意に設定できる。なお、上記の一定時間Tは、既に述べたように覚醒周期11分の半周期である5.5分以内、具体的には、5秒から5.5分程度の任意の値に設定される。

【0089】次に上記のように構成される刺激発生装置の動作について図26に示したフローチャートを参照して説明する。

【0090】まず、ステップS51では、既に述べたように、音場設定入力装置54により、用いる音場特性を設定しておく。

【0091】次にCDプレーヤ51が再生されると(ス

13

ステップS52YES)、音場制御装置53は、まず、設定された音場の中からランダムに最初の音場を選択する(ここでは、例として音場1が選択されたこととする、ステップS53)。そして、音場1になるようにDSP52に制御信号を出力する。DSP52は、この制御信号を受けて音場1になるようにデジタルフィルタを制御する(ステップS54)。

【0092】次に、音場制御装置53は、内部のタイマーのカウントにより、時間Tが経過すると(ステップS55YES)、CDプレーヤ41が停止していなければ(ステップS56NO)、次に切り替える音場を従来の音場1以外の中からランダムに選択する(ここでは例として音場2を選択したこととする)。そして音場2になるようにDSP52に制御信号を出力する。DSP52は、この制御信号を受けて、音場2になるようにデジタルフィルタを制御する。

【0093】音場制御装置53は、この一連の音場制御をCDプレーヤが演奏を中止する(ステップS56YES)まで継続する。

【0094】また、アンプ55は、このように設定される音場の音声信号を増幅し、スピーカ56で再生する。

【0095】なお、上記の説明では、音場の変化の時間間隔を一定値であるTに設定したが、これに限定されることなく、音場の変化の時間間隔を覚醒周期の半周期を越えない範囲でランダムに設定するようにしてもよい。

【0096】(第4の実施例)図27は、刺激発生装置の第4の実施例の構成を示す図である。刺激発生装置23は、この第4の実施例では、音楽を再生するためのCDプレーヤ61と、CDプレーヤ61からの再生音を増幅するためのアンプ62と、音像を切り替えるための音像切替スイッチ63と、ある時間間隔で音像切替スイッチ63を制御する音像制御装置64と、アンプ62の出力を再生するための複数のスピーカ65~68とから構成されている。

【0097】本実施例では2つの手法について説明する。

【0098】(a)ランダムにスピーカを切り替える場合

この場合、刺激発生装置は、図28に示すように、ある一定時間Tの間隔でランダムにスピーカを切り替え、音像を移動させる。なお、上記の一定時間Tは、既に述べたように覚醒周期11分の半周期である5.5分以内、具体的には、5秒から5.5分程度の任意の値に設定される。

【0099】次に上記のように構成される刺激発生装置の動作について図29に示したフローチャートを参照して説明する。

【0100】まず、CDプレーヤ61が再生されると(ステップS61YES)、アンプ62はCDプレーヤ61からの出力音声信号を増幅する。音像制御装置64

14

は、音を出すスピーカをランダムに選択し(ステップS62)、音像切替スイッチ63に制御信号を出力する。音像切替スイッチ63は、この制御信号を受け、選択されたスピーカに出力を切り替える(ステップS63)。

【0101】次に、音像制御装置64は、内部のタイマーのカウントにより、時間Tが経過すると(ステップS64YES)、再び、今まで再生していたスピーカ以外のスピーカの中から、音を出すスピーカをランダムに選択し(ステップS65)、音像切替スイッチ63に制御信号を出力する。

【0102】音像制御装置64は、この一連の音像切り替え制御をCDプレーヤ61が演奏を中止するまで継続する(ステップS63~ステップS66)。以上により、音像はランダムに移動する。

【0103】(b)音像を順番に移動させる場合
この場合、刺激発生装置は、図30に示すように、ある一定時間Tの間隔でスピーカを順番に切り替え、音像を移動させる。なお、上記の一定時間Tは、既に述べたように覚醒周期11分の半周期である5.5分以内、具体的には、5秒から5.5分程度の任意の値に設定される。

【0104】次に上記のように構成される刺激発生装置の動作について図31に示したフローチャートを参照して説明する。

【0105】まず、CDプレーヤ61が再生されると(ステップS71YES)、アンプ62はCDプレーヤ61からの出力音声信号を増幅する。音像制御装置64は、音を出すスピーカを1つ選択し(ステップS72)、音像切替スイッチ63に制御信号を出力する。音像切替スイッチ63は、この制御信号を受け、選択されたスピーカに出力を切り替える(ステップS73)。

【0106】次に、音像制御装置64は、内部のタイマーのカウントにより、時間Tが経過すると(ステップS74YES)、再び、今まで再生していたスピーカの隣のスピーカを選択し(ステップS75)、音像切替スイッチ63に制御信号を出力する。

【0107】音像制御装置64は、この一連の音像切り替え制御をCDプレーヤ61が演奏を中止するまで継続する(ステップS73~ステップS76)。以上により、音像はある一定方向に移動する。

【0108】なお、上記の説明では、音像の移動の時間間隔を一定値であるTに設定したが、これに限定されることなく、音像の移動の時間間隔を覚醒周期の半周期を越えない範囲でランダムに設定するようにしてもよい。

【0109】(第5の実施例)この第5の実施例は、刺激発生装置23に関するものではなく、音の発生源となるCDプレーヤやテープレコーダー等で演奏される記録媒体に関するものである。

【0110】この実施例では、既に述べたような音楽のブツ切れ感をなくすため、一定間隔あるいはランダム間

隔に提示する音楽を、あらかじめ一曲の音楽の長さを提示間隔になるように作曲あるいは編曲を行い、これをコンパクトディスクあるいは磁気記録媒体等に録音し、再生する。これにより、ブツ切れ感のない覚醒低下軽減のための音環境を実現する。具体的には、作曲の段階で提示間隔で丁度曲が終了するよう、提示区間の最後の方では同じメロディーをくり返し、フェードアウトしていくようにする。

【0111】また、曲順については、音楽を単にランダムに設定するのではなく、前曲と異なるイメージの曲が次々に再生されるように設定する。これにより、音環境の変化を実現し、効果的な覚醒低下軽減作用を促すことができる。

【0112】図32に示すように音楽が断続的に記録される記録媒体において、各音楽1曲の長さが丁度Tになるように作曲あるいは編曲を行う。このとき、同じイメージの曲が続けて再生されないような曲順で録音を行う。

【0113】なお、上記の一定時間Tは、既に述べたように覚醒周期11分の半周期である5.5分以内、具体的には、5秒から5.5分程度の任意の値に設定される。

【0114】以上説明したように、本実施例によれば、万人固有の有意性のある覚醒リズムを見出し、その覚醒リズム周期の半周期以内にて覚醒刺激の変化の提示を行なうことで、長時間作業における作業者の覚醒の低下を防止して覚醒状態を維持し、作業の安全を確保することが可能となる。

【0115】なお、本発明はその趣旨を逸脱しない範囲で、上記実施例を修正または変形したものに適用可能である。

【0116】例えば、上記実施例では、音あるいは音楽の発生源としてCDプレーヤを使用する場合について説明したが、テープレコーダなど音を再生できるものであれば何を使用してもよいことは言うまでもない。

【0117】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、人間の感覚を刺激するための音を連続的に発生しつつ、且つ人間の覚醒リズムの半周期以下の間隔で音の特性を変化させることにより、作業者にブツ切れ感等の違和感を与えることなく、覚醒状態を維持させることができる。

【0118】また、作業者の覚醒段階を検出する検出手段を備え、この検出手段により作業者が覚醒を促す必要がある段階にあると判断された場合に、自動的に覚醒維持手段を動作させることにより、作業者が自発的に覚醒維持装置を動作させなくとも、自動的に作業環境を適切に整えることができる。

【0119】また、作業者の疲労の度合を検知する検知手段を備え、この検知手段により作業者が疲労している

と判断された場合に警告を発することにより、作業者が疲労したまま作業を続けることが防止され、事故等を未然に防ぐことができる。

【0120】また、覚醒状態を維持させるために音楽を断続的に提示する場合でも、その1つの提示区間で音楽が完結するように、作曲、編曲及び記録媒体への記録をしておくことにより、作業者に音楽のブツ切れ感等の違和感を与えることなく覚醒状態を維持させることができる。

【0121】

【図面の簡単な説明】

【図1】脳活動からみた覚醒メカニズムを説明するための図である。

【図2】覚醒リズム周期を検出するための覚醒リズム周期計測装置の構成を示すブロック図である。

【図3】選択反応作業による選択反応時間の計測状況を示す図である。

【図4】反応時間のデータに対して用いるバンドパスフィルタの特性図である。

【図5】反応時間のMEMによる処理結果を示す図である。

【図6】覚醒リズム周期の度数分布を示す図である。

【図7】実施例に係る覚醒リズム周期計測装置の構成を示すブロック図である。

【図8】実施例における覚醒リズム周期の計測手順を示すフローチャートである。

【図9】覚醒リズム周期のクラスター分析の結果を示す図である。

【図10】実施例に係る覚醒維持装置全体の構成を示すブロック図である。

【図11】実施例に係る覚醒維持装置における覚醒維持制御手順を示すフローチャートである。

【図12】実施例に係る覚醒維持のための刺激提示の方法を示す図である。

【図13】音楽の断続提示による覚醒維持効果を示す図である。

【図14】刺激の断続提示の間隔に最適な値が存在することを示す図である。

【図15】覚醒リズムの出現現象についての段階的な進展過程を示す図である。

【図16】覚醒リズムの出現現象についての段階的な進展過程を示す図である。

【図17】音の特性に変化を持たせることで覚醒低下を軽減できる例を示した図である。

【図18】刺激発生装置の第1の実施例を示した図である。

【図19】一定時間間隔で音の大きさを変化させる例を示した図である。

【図20】一定時間間隔で音の大きさを変化させる動作の手順を示すフローチャートである。

【図21】刺激発生装置の第2の実施例を示した図である。

【図22】一定時間間隔で音質を変化させる例を示した図である。

【図23】一定時間間隔で音質を変化させる動作の手順を示すフローチャートである。

【図24】刺激発生装置の第3の実施例を示した図である。

【図25】一定時間間隔で音場を変化させる例を示した図である。

【図26】一定時間間隔で音場を変化させる動作の手順を示すフローチャートである。

【図27】刺激発生装置の第4の実施例を示した図である。

【図28】一定時間間隔で音像を移動させる1つの例を示した図である。

【図29】一定時間間隔で音像を移動させる動作の手順

の1つの例を示すフローチャートである。

【図30】一定時間間隔で音像を移動させる他の例を示した図である。

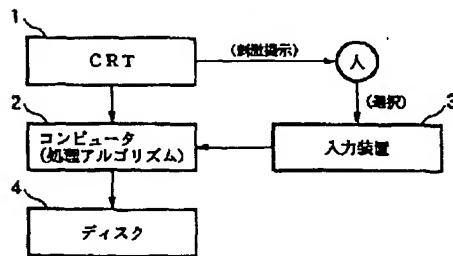
【図31】一定時間間隔で音像を移動させる動作の手順の他の例を示すフローチャートである。

【図32】記録媒体への音楽の記録状態を示す図である。

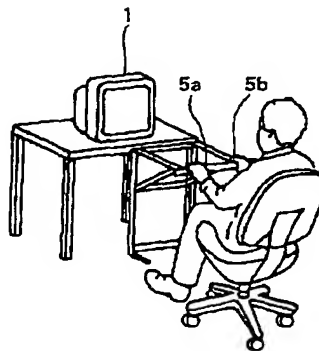
【符号の説明】

- 1 CRT
- 2 コンピュータ
- 3 入力装置
- 4 ディスク
- 21 覚醒リズム周期計測装置
- 22 継続刺激制御装置
- 23 刺激発生装置
- 24 覚醒度計測装置

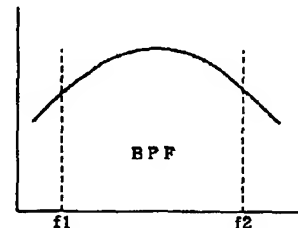
【第2図】



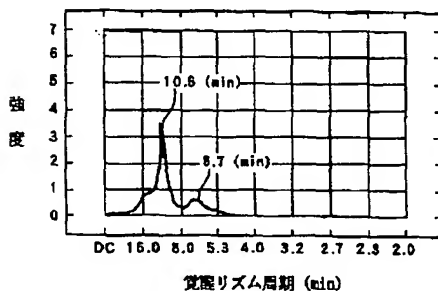
【第3図】



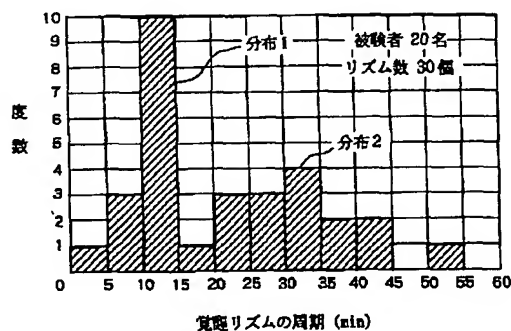
【第4図】



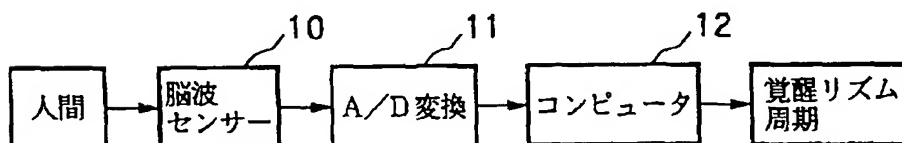
【第5図】



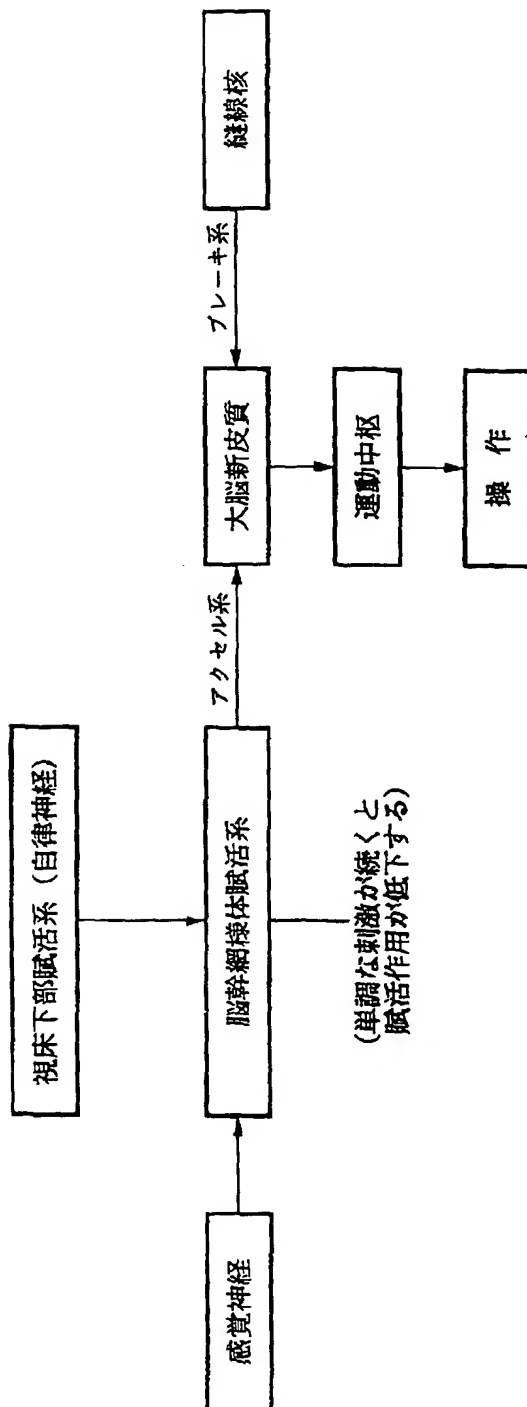
【第6図】



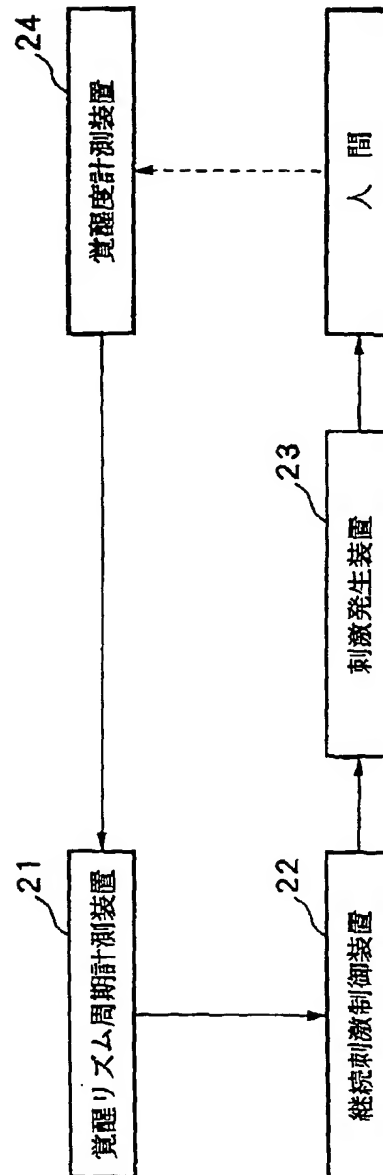
【第7図】



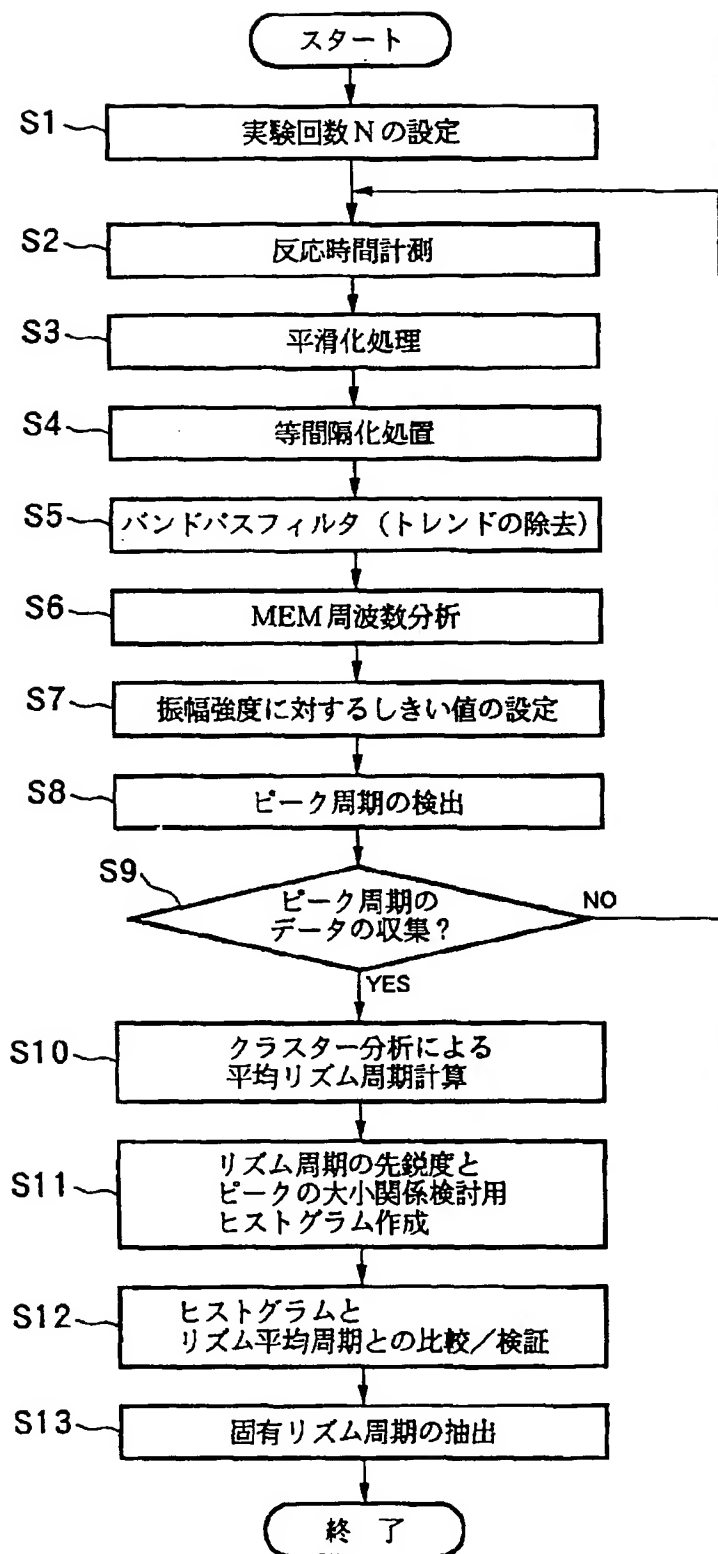
【第1図】



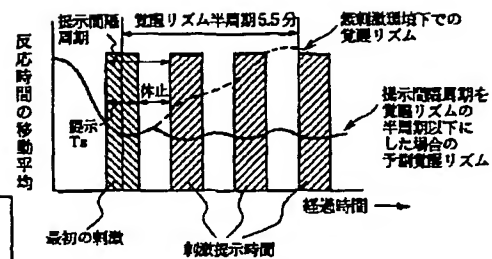
【第10図】



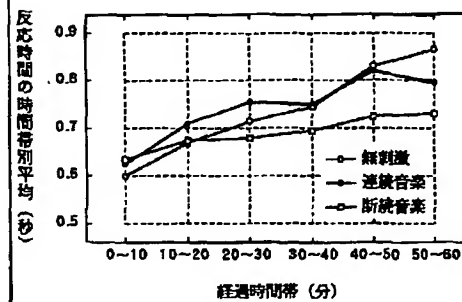
【第8図】



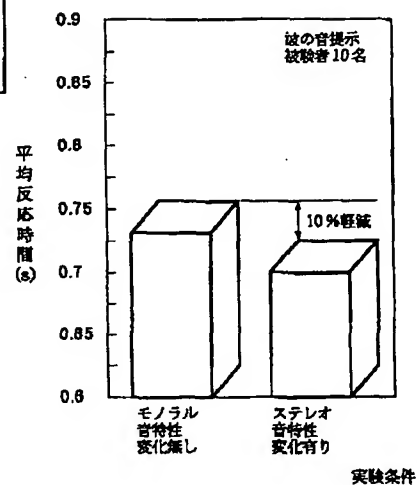
【第12図】



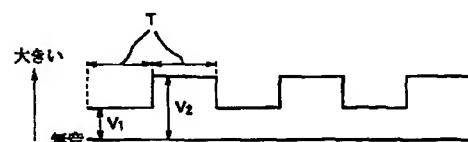
【第13図】



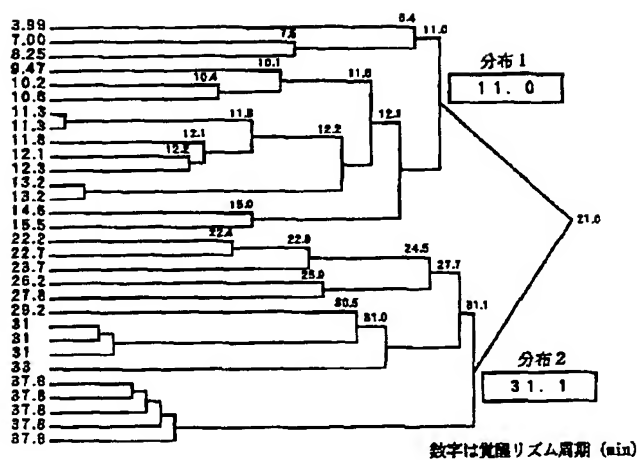
【第17図】



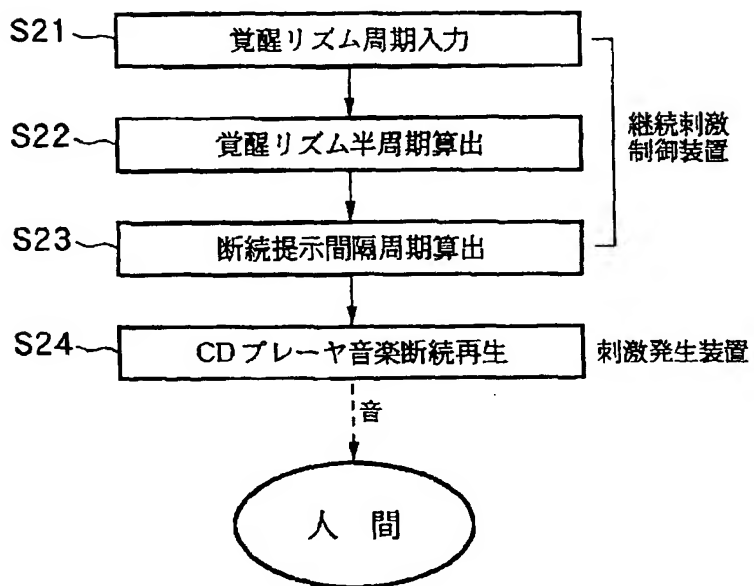
【第19図】



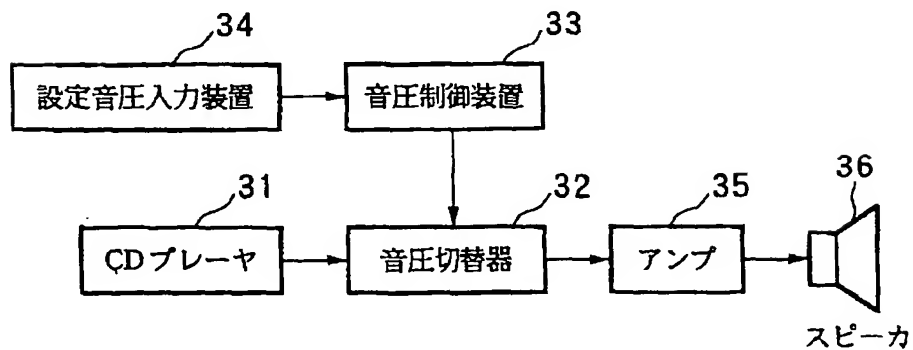
【第9図】



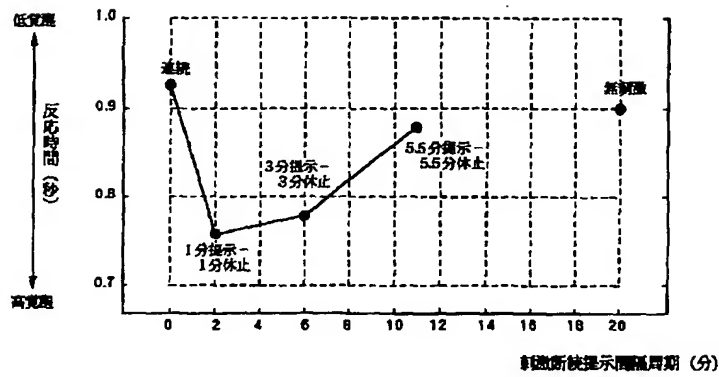
【第11図】



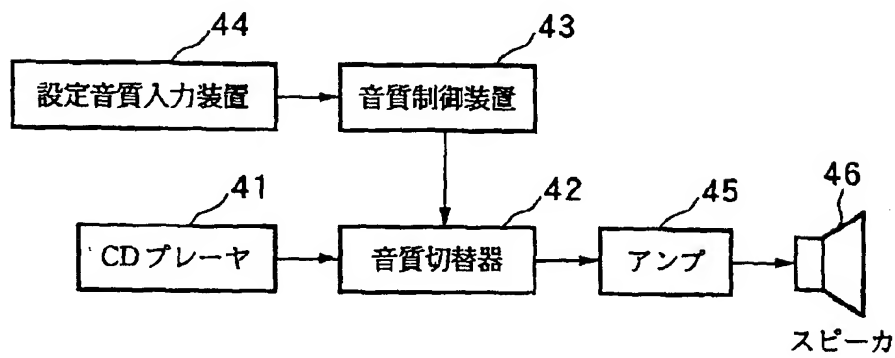
【第18図】



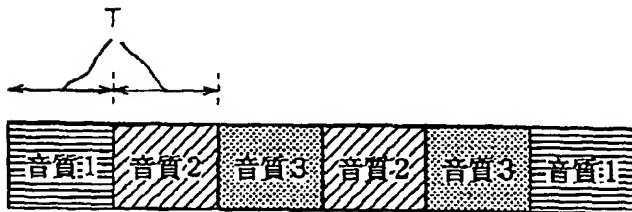
【第14図】



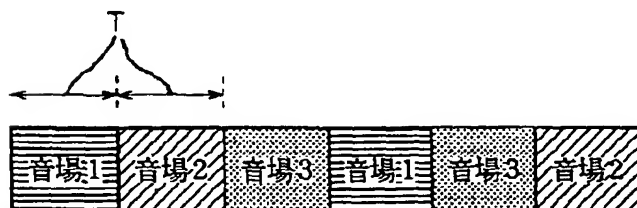
【第21図】



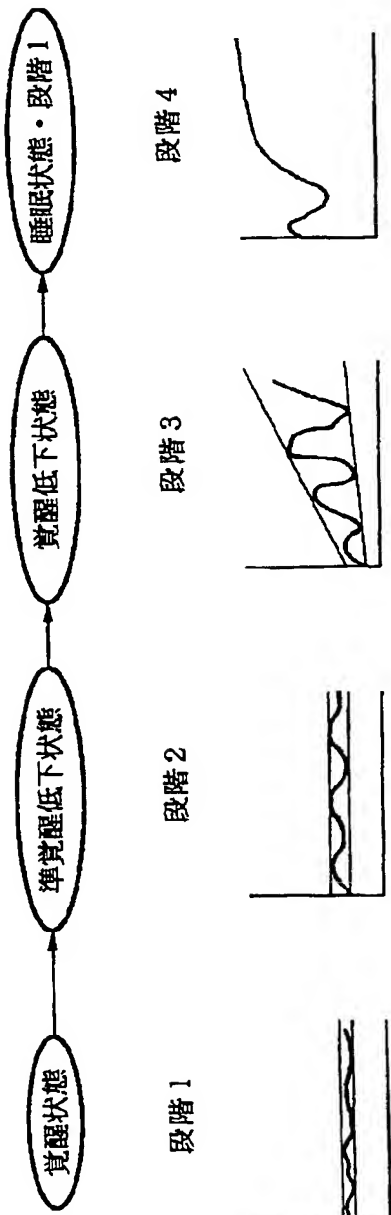
【第22図】



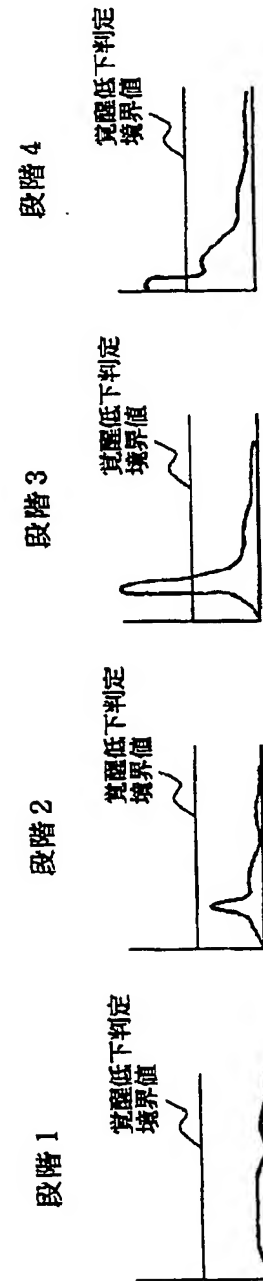
【第25図】



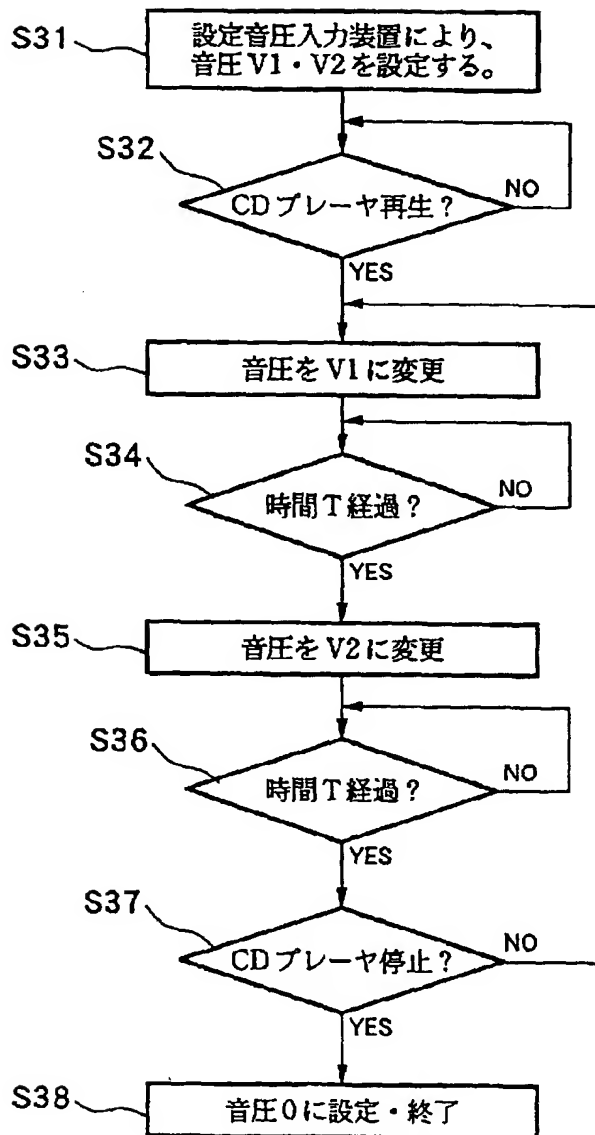
【第15図】



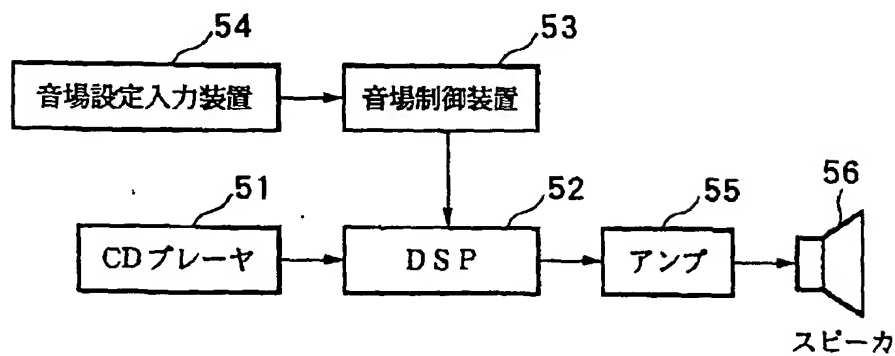
【第16図】



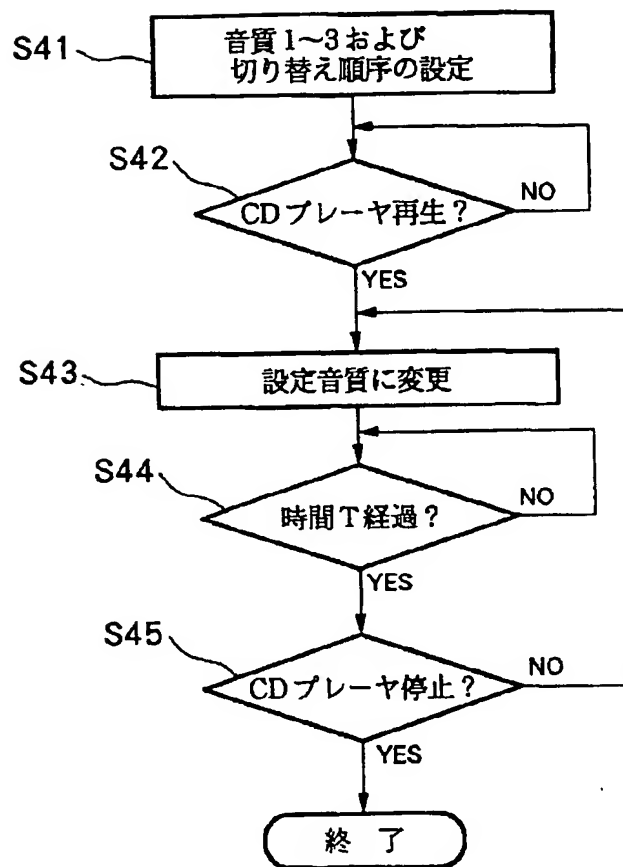
【第20図】



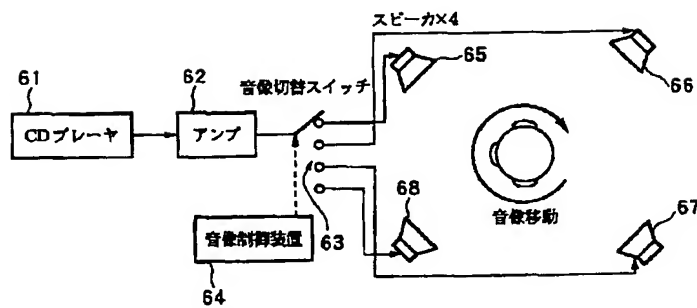
【第24図】



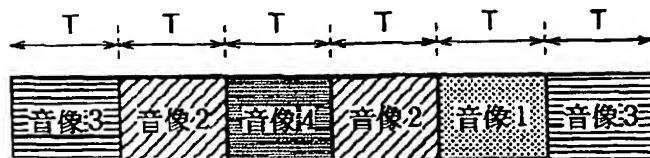
【第23図】



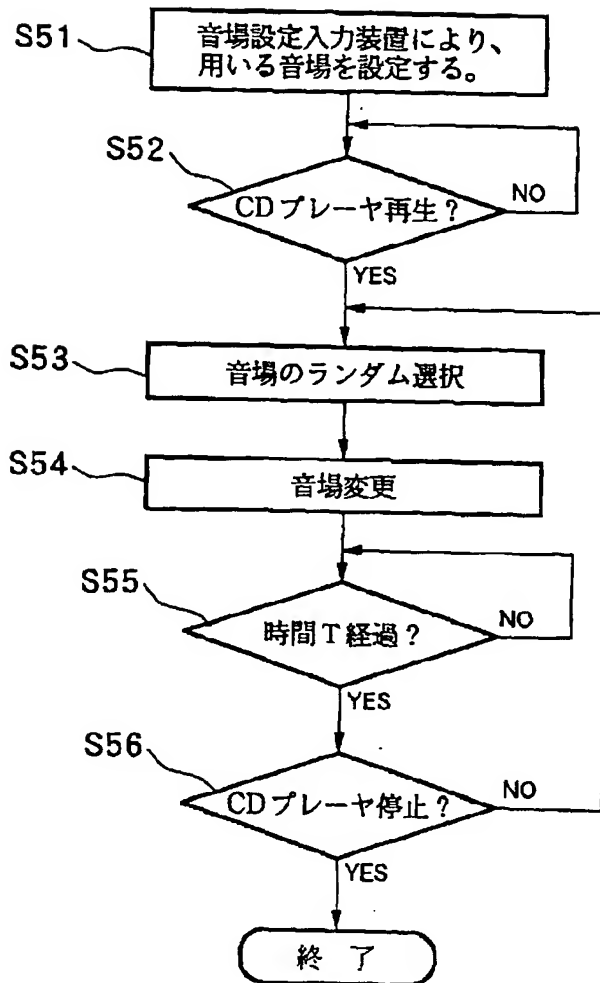
【第27図】



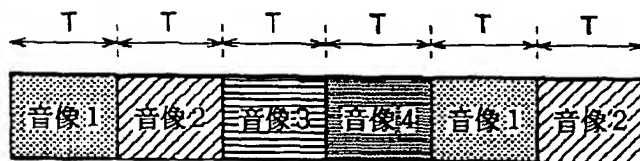
【第28図】



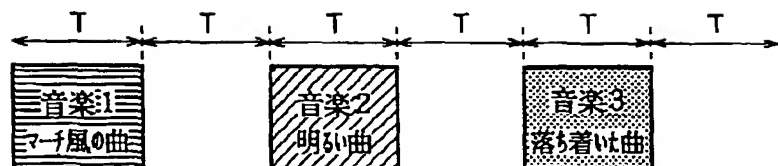
【第26図】



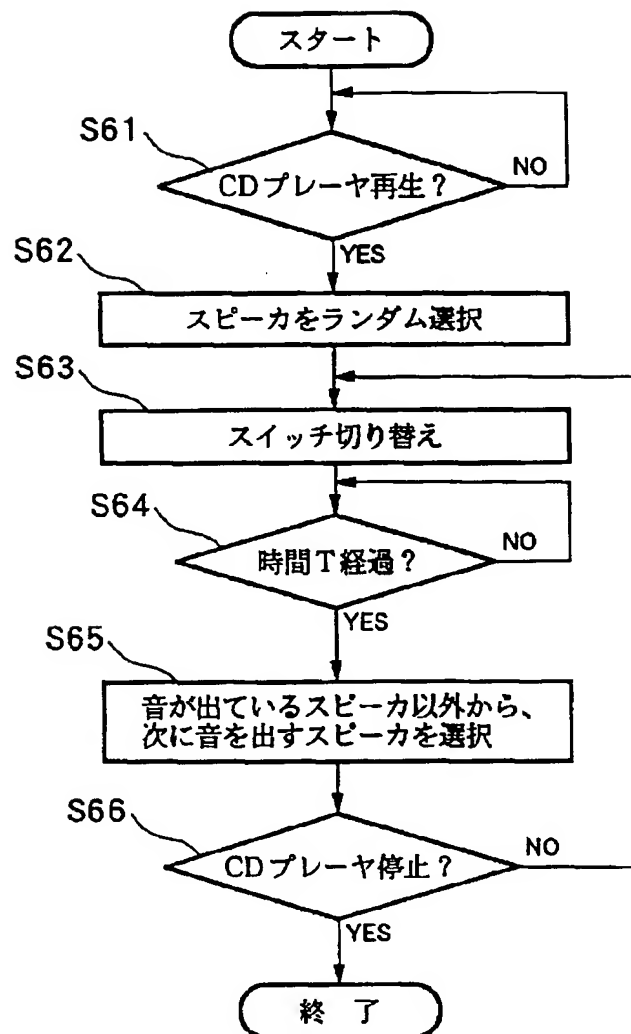
【第30図】



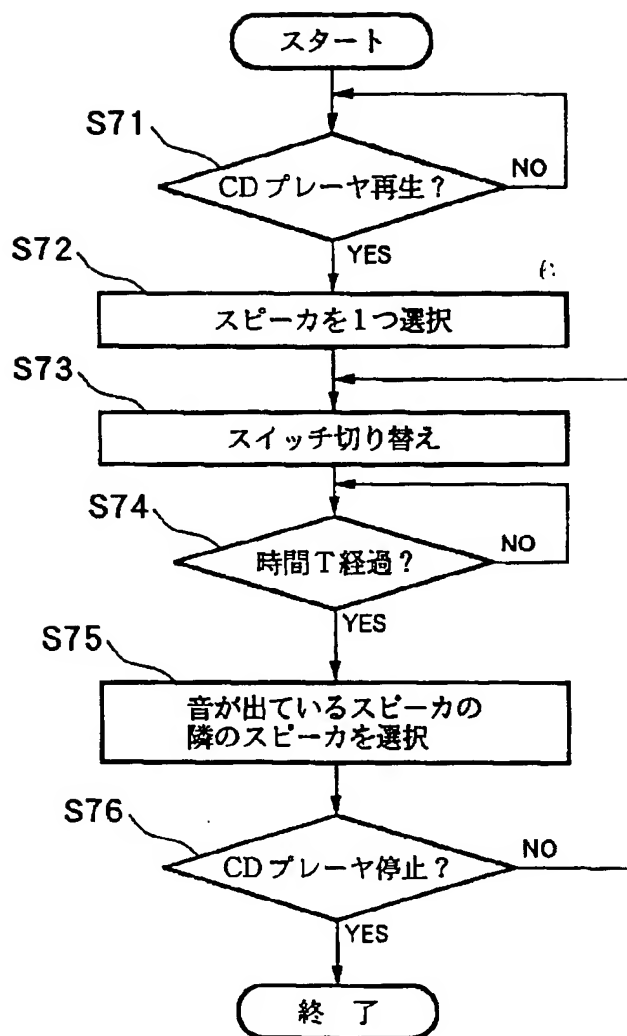
【第32図】



【第29図】



【第31図】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

G10K 15/04

G11B 20/12

識別記号

302 M

102

庁内整理番号

9295-5D

F I

技術表示箇所

C11, C12